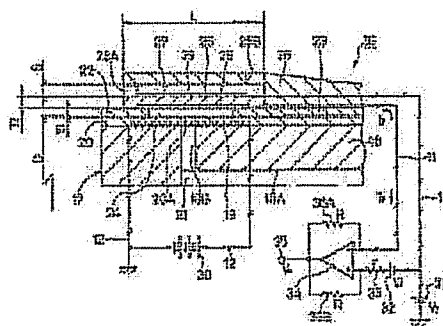


AIR/FUEL RATIO DETECTION ELEMENT**Publication number:** JP7027739 (A)**Publication date:** 1995-01-31**Inventor(s):** ISHITANI MASAO; MATOBA KAZUO**Applicant(s):** ATSUGI UNISIA CORP**Classification:****- international:** G01N27/41; G01N27/41; (IPC1-7): G01N27/41**- European:****Application number:** JP19930195133 19930712**Priority number(s):** JP19930195133 19930712**Also published as:**

JP3366386 (B2)

Abstract of JP 7027739 (A)

PURPOSE: To prevent variation in detection precision in the direction of mounting and quickly detect the air/fuel ratio even at the time of engine start. **CONSTITUTION:** A heater pattern 19 is formed on the outer circumferential face of a heater core 18 formed into a small diameter rod shape having an axial hole part 18A and a through hole 18B and an insulating heater coating layer 20 is provided on the outer circumferential side of a heater core 18 so as to cover the heater pattern 19. And, a solid electrolyte layer 25, a protection layer 28 and the like are integrally formed on the outer circumferential side of a heater part 17 formed into a slender rod shape by means of a means such as curved surface printing.; Thereby, an air/fuel ratio detection element 16 is manufactured, when it is attached to an exhaust pipe and the like, the quantity of gas introduced through each gas permission hole 28A, 28B is prevented from greatly being changed in a gas dispersion gap space 29 in accordance with the direction of the time of mounting. In addition, the heat transfer area of the heater part 17 is greatly occupied and the heater part 17 is allowed to quickly be transmitted to the solid electrolyte layer 25 and the like.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27739

(43) 公開日 平成7年(1995)1月31日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 N 27/41

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9218-2J

G 0 1 N 27/ 46

3 2 5 H

9218-2J

3 2 5 E

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-195133

(22) 出願日 平成5年(1993)7月12日

(71) 出願人 000167406

株式会社ユニシアジェックス

神奈川県厚木市恩名1370番地

(72) 発明者 石谷 誠男

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユニシアジェックス内

(72) 発明者 的場 和夫

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユニシアジェックス内

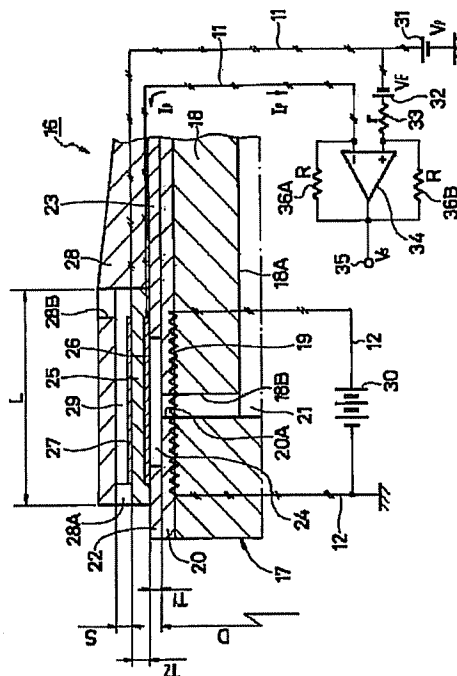
(74) 代理人 弁理士 広瀬 和彦

(54) 【発明の名称】 空燃比検出素子

(57) 【要約】

【目的】 取付方向によって検出精度にバラツキが生じるのを防止し、エンジンの始動時でも早期に空燃比を検出できるようにする。

【構成】 軸穴部18Aおよび貫通孔18Bを有した小径のロッド状をなすヒータコア18の外周面にヒータパターン19を形成し、ヒータパターン19を外側から覆うようにヒータコア18の外周側に絶縁性のヒータ被覆層20を設ける。そして、細長いロッド状に形成したヒータ部17の外周側に固体電解質層25および保護層28等を曲面印刷等の手段を用いて一体形成する。これによって、全体が円形のロッド状をなす空燃比検出素子16を製造し、排気管等に取り付けたときに、取付時の方向によってガス拡散ギャップ空間29内に各ガス透過孔28A、28Bを介して導入されるガス量が大きく変化するのを防止する。また、ヒータ部17の伝熱面積を大きくとって該ヒータ部17からの熱を固体電解質層25等に早期に伝熱できるようにする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 細長いロッド状に形成されたヒータ部と、該ヒータ部の外周側に一体形成された酸素イオン伝導性の固体電解質層と、該固体電解質層の内、外周面に形成され、外部から電圧を印加することにより該固体電解質層の内、外周面間で酸素イオンを輸送させる内側電極および外側電極と、該外側電極を外側から覆うように前記固体電解質層の外周側に一体形成され、該固体電解質層および外側電極を保護する保護層と、該保護層に形成され、該保護層の周囲から外側電極に向けて排気ガスをガス拡散させるガス透過孔とから構成してなる空燃比検出素子。

【請求項2】 前記ヒータ部を、セラミックス材料により小径のロッド状に形成され、基端側端面に開口し軸方向に伸長する軸穴部を有したヒータコアと、該ヒータコアの先端側に位置して該ヒータコアの外周面に形成されたヒータパターンと、該ヒータパターンを外側から覆うように前記ヒータコアの外周側に設けられた絶縁性のヒータ被覆層とから構成し、該ヒータ被覆層の外周面と前記固体電解質層の内周面との間には、前記ヒータコアの軸穴部を介して大気に連通する環状の大気室を形成してなる請求項1に記載の空燃比検出素子。

【請求項3】 前記固体電解質層と保護層との間には前記外側電極の周囲に位置して環状のガス拡散ギャップ空間を形成し、該ガス拡散ギャップ空間には前記ガス透過孔を介して排気ガスを導入してなる請求項1または2に記載の空燃比検出素子。

【請求項4】 前記保護層は、外側電極の外側から前記固体電解質層の周囲にセラミック材料をプラズマ溶射してなるガス拡散層として構成し、該ガス拡散層には前記ガス透過孔を多孔質状に形成してなる請求項1または2に記載の空燃比検出素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば自動車用エンジンの燃料と空気との混合比率を空燃比 A/F として検出する空燃比センサに好適に用いられる空燃比検出素子に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、自動車用エンジン等では、排気管の途中に空燃比センサを設け、該空燃比センサで排気ガス中に含まれる酸素濃度を検知することにより、燃料と空気との混合比率を空燃比 A/F として検出するようにしている。そして、例えばこの空燃比 A/F を理論空燃比($A/F=14.7$)に近付けるように吸入空気量に対する燃料噴射量の比率を制御することにより、エンジンの燃焼室内で燃料を完全燃焼させ、燃焼効率等を向上させるようにしている。また、最近の自動車用エンジンでは、燃料消費量(燃費)を向上させるためにエンジンの完全暖気状態で負荷の小さい定速走行時等に、希薄

2

混合気を用いて所謂リーンバーン制御等を行うようにしており、この場合には空燃比 A/F が、例えば $A/F=18\sim25$ 程度となるように燃料噴射量を制御している。

【0003】そして、この種の従来技術による空燃比センサには、例えば特開昭62-214347号公報等に記載のプレート型の空燃比検出素子が用いられ、この空燃比検出素子は、細長いプレート状に形成されたヒータ部上に固体電解質層および保護層等を積層化することによって構成されている。

【0004】そこで、図10および図11に従来技術による空燃比センサの取付け状態を示す。

【0005】図中、101はエンジンの排気管を示し、該排気管101はエンジンの燃焼室(図示せず)からの排気ガスを矢示A方向に排出させる。102は該排気管101の途中に設けられた空燃比センサを示し、該空燃比センサ102はケーシング(図示せず)の先端側にプレート型の空燃比検出素子103を備え、該空燃比検出素子103は断面長方形状に形成されている。そして、空燃比センサ102はケーシングの外周側に形成したおねじ部(図示せず)等を介して排気管101に螺着され、空燃比検出素子103を排気管101内で矢示A方向の排気ガス流に接触させるようにしている。

【0006】ここで、空燃比検出素子103は、細長いプレート状に形成されたヒータ部104と、該ヒータ部104上に積層化して形成された固体電解質層105と、該固体電解質層105を覆うようにヒータ部104上に積層化して形成された保護層としてのガス拡散層106とから構成され、該ガス拡散層106には排気管101内を流れる排気ガスを固体電解質層105側に向けてガス拡散させるガス透過孔(図示せず)が多孔質状に形成されている。また、固体電解質層105の上、下面にはそれぞれ電極(いずれも図示せず)が形成され、これらの電極間に電圧を印加することにより固体電解質層105内で酸素イオンを輸送させる酸素ポンプを構成している。そして、この酸素ポンプは電極間に発生する起電力が一定となるように駆動され、このときに電極間を流れる拡散限界電流 I_p をガス拡散層106周囲の酸素濃度に対応した信号として検知することにより、エンジンの空燃比 A/F を検出するようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来技術では、プレート型の空燃比検出素子103が設けられた空燃比センサ102を、排気管101に螺着して取付けるようにしているから、空燃比検出素子103の取付方向が排気管101毎にバラツクことがあり、排気管101内を矢示A方向に流れる排気ガスに対して空燃比検出素子103が図10のように並行となったり、空燃比検出素子103が図11に示すように垂直となったりする。

3

【0008】また、複数の分岐管を有する排気マニホールドの合流部に空燃比センサ102を取付けた場合には、各気筒からそれぞれの分岐管を介して排出されてくる排気ガスが、各分岐管毎に異なる方向をもって空燃比センサ102の位置に流れてくるから、これによっても排気ガスの流れの方向と空燃比検出素子103の取付方向とにバラツキが生じてしまう。

【0009】このため、従来技術では、排気ガスの流れ方向や空燃比検出素子103の取付方向によってガス拡散層106を透過するガス拡散量が変化し、空燃比A/Fの検出精度にバラツキが生じるという問題がある。そして、空燃比センサ102からの検出信号に基づいて燃料噴射量を制御するときには、燃料の噴射量が過大となったり、過小となったりするために、エンジンのリーンバーン制御等が難しくなるという問題がある。

【0010】また、固体電解質層105およびガス拡散層106をヒータ部104の一側面に積層化し、該ヒータ部104の他側面は外部に露出しているから、固体電解質層105に対するヒータ部104の伝熱面積を大きくできないばかりか、エンジンの停止時にはヒータ部104が外気温の影響を受け易く、エンジンの始動時にヒータ部104に給電を行っても該ヒータ部104を早期に昇温させるのが難しくなる。このため、ヒータ部104からの熱で固体電解質層105等を活性化させて空燃比を検出できるまでに余分な時間がかかり、エンジンの始動時に空燃比を早期に検出できないという問題がある。

【0011】本発明は上述した従来技術の問題に鑑みながら、本発明は取付方向等によって検出精度にバラツキが生じるのを効果的に防止でき、エンジン等の空燃比を安定して検出できる上に、ヒータによる昇温時間を確実に短くでき、エンジンの始動時でも早期に空燃比を検出できるようにした空燃比検出素子を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上述した課題を解決するために、本発明の空燃比検出素子は、細長いロッド状に形成されたヒータ部と、該ヒータ部の外周側に一体形成された酸素イオン伝導性の固体電解質層と、該固体電解質層の内、外周面に形成され、外部から電圧を印加することにより該固体電解質層の内、外周面間で酸素イオンを輸送させる内側電極および外側電極と、該外側電極を外側から覆うように前記固体電解質層の外周側に一体形成され、該固体電解質層および外側電極を保護する保護層と、該保護層に形成され、該保護層の周囲から外側電極に向けて排気ガスをガス拡散させるガス透過孔とからなる構成を採用している。

【0013】この場合、前記ヒータ部を、セラミックス材料により小径のロッド状に形成され、基端側端面に開口し軸方向に伸長する軸穴部を有したヒータコアと、該

4

ヒータコアの先端側に位置して該ヒータコアの外周面に形成されたヒータパターンと、該ヒータパターンを外側から覆うように前記ヒータコアの外周側に設けられた絶縁性のヒータ被覆層とから構成し、該ヒータ被覆層の外周面と前記固体電解質層の内周面との間には、前記ヒータコアの軸穴部を介して大気に連通する環状の大気室を形成してなる構成とするのが好ましい。

【0014】そして、前記固体電解質層と保護層の間には前記外側電極の周囲に位置して環状のガス拡散ギャップ空間を形成し、該ガス拡散ギャップ空間には前記ガス透過孔を介して排気ガスを導入してなる構成とするのがよい。

【0015】また、前記保護層は、外側電極の外側から前記固体電解質層の周囲にセラミック材料をプラズマ溶射してなるガス拡散層として構成し、該ガス拡散層には前記ガス透過孔を多孔質状に形成してなる構成としてもよい。

【0016】

【作用】 上記構成により、細長いロッド状に形成したヒータ部の外周側に固体電解質層および保護層を一体形成して、全体が円形のロッド状をなす空燃比検出素子とすることができ、取付時の方向等によってガス拡散量が変化することを防止できる。そして、ヒータ部を全周に亘って外側から固体電解質層および保護層等により覆うことができ、ヒータ部が外気温に影響されてしまうのを抑えることができると共に、固体電解質層に対するヒータ部の伝熱面積を大きくでき、該ヒータ部からの熱を固体電解質層等に効率的に伝熱できる。

【0017】また、基端側端面に開口し軸方向に伸長する軸穴部を有した小径のロッド状をなすヒータコアの外周面にヒータパターンを形成し、該ヒータパターンを外側から覆うように前記ヒータコアの外周側に絶縁性のヒータ被覆層を設けることによってヒータ部を構成するようにすれば、ヒータコアの軸穴部によりヒータ部全体の熱容量を小さくでき、該ヒータ部の昇温時間を確実に短くできる。そして、ヒータ被覆層の外周面と前記固体電解質層の内周面との間に大気室を形成することにより、該大気室内に前記ヒータコアの軸穴部を介して大気を導入でき、内側電極と外側電極との間に外部から電圧を印加することによって、固体電解質層の内、外周面間で酸素イオンを輸送させる所望の電気化学反応を確実に生じさせることができる。

【0018】

【実施例】 以下、本発明の実施例による空燃比検出素子を図1ないし図9に基づき、空燃比センサとして用いた場合を例に挙げて説明する。

【0019】図1ないし図8は本発明の第1の実施例を示している。

【0020】図において、1は空燃比センサのケーシングを示し、該ケーシング1は、先端部外周側に取付部と

5

してのおねじ部2Aが形成された段付筒状のホルダ2と、該ホルダ2の基端側に一体的に固着された有底筒状のキャップ3と、該キャップ3内に同軸に配設され、後述のシールキャップ10とホルダ2との間に位置決めされたガイド筒4とからなり、これらはステンレス鋼等の金属材料によって形成されている。そして、該ケーシング1は後述の空燃比検出素子16を自動車用エンジンの排気管(図示せず)内に突出させるべく、ホルダ2のおねじ部2Aが排気管に螺着されるようになっている。

【0021】5はケーシング1のホルダ2内に金属製のシールリング6を介して配設された絶縁支持体を示し、該絶縁支持体5はアルミナ(Al_2O_3)等のセラミック材料によって筒状に形成され、その内周側には空燃比検出素子16が無機接着剤等を用いて固着されている。そして、該絶縁支持体5はケーシング1内で空燃比検出素子16を位置決めすると共に、該空燃比検出素子16を電気的および熱的に絶縁状態で保持している。

【0022】7, 8はケーシング1のガイド筒4内に配設された絶縁筒体を示し、該絶縁筒体7, 8はアルミナ等のセラミック材料によって筒状に形成され、後述の各コンタクトプレート13, 14等をケーシング1に対して絶縁状態に保持している。9はケーシング1内に位置して絶縁支持体5と絶縁筒体7との間に配設されたスプリングを示し、該スプリング9は絶縁支持体5をホルダ2側に向けて常時付勢し、ケーシング1に外部から作用する振動や衝撃等が空燃比検出素子16に直接伝わるのを防止している。

【0023】10はキャップ3の基端側を閉塞したシールキャップを示し、該シールキャップ10はポリテトラフルオロエチレン(PTFE)等の耐熱性を有する樹脂材料によって段付き筒状に形成され、ケーシング1内に絶縁筒体7, 8等をスプリング9を介して位置決めしている。また、該シールキャップ10には空燃比A/Fを検出するためのリード線11, 11とヒータ用のリード線12, 12(一方のみ図示)とが挿通され、該各リード線11, 12は絶縁筒体8内でそれぞれ検出用のコンタクトプレート13, 13とヒータ用のコンタクトプレート14, 14とに接続されている。

【0024】15はホルダ2から突出する空燃比検出素子16の先端部分を保護するようにホルダ2に取付けられた有蓋筒状のプロテクタを示し、該プロテクタ15には複数の窓部15A, 15A, …が形成され、該各窓部15Aは排気管内を流れる排気ガスを空燃比検出素子16の周囲に導くようになっている。

【0025】16はケーシング1のホルダ2内に絶縁支持体5を介して取付けられ、先端側がホルダ2外へと突出した空燃比検出素子を示し、該空燃比検出素子16は図2および図3に示す如く後述のヒータ部17、固体電解質層25および保護層28等によって構成されている。

6

【0026】17は細長いロッド状に形成され、空燃比検出素子16の一部を構成するヒータ部を示し、該ヒータ部17は図2ないし図4に示す如く、例えばアルミナ等のセラミック材料により小径のロッド状に形成されたヒータコア18と、該ヒータコア18の先端側から基端側に亘ってヒータコア18の外周面に曲面印刷等の手段を用いて形成され、ヒータコア18の基端側に伸長する一対のリード部19A, 19Aを有したヒータパターン19(図4参照)と、該ヒータパターン19を径方向外側から保護すべく、例えばアルミナ等のセラミック材料をヒータコア18の外周側に厚膜印刷することにより形成された絶縁性のヒータ被覆層20とから構成されている。

【0027】ここで、ヒータコア18はアルミナ等のセラミック材料を射出成型することにより、例えば外形寸法3~4mm前、後、長さ寸法50~60mm前、後の円柱状ロッドとして形成され、該ヒータコア18にはその基端側端面に開口し軸方向に延びる軸穴部18Aと、該軸穴部18Aの先端側から径方向に延びる貫通孔18Bとが形成されている。そして、軸穴部18Aおよび貫通孔18Bは、例えば0.5~1.0mm前、後の穴径をもって形成され、ヒータ被覆層20の貫通孔20A, 20Aと共に大気導入路21を構成している。また、軸穴部18Aはヒータコア18の容積を減少させることによって、ヒータコア18の熱容量を小さくする熱容量低減穴をも構成している。

【0028】一方、ヒータパターン19はタングステンや白金等の発熱性導体材料からなり、各リード部19Aはヒータコア18の基端側で図1に示すようにヒータ用の各コンタクトプレート14に接続されている。そして、ヒータパターン19は外部からヒータ用の各リード線12、各コンタクトプレート14および各リード部19Aを介して給電されることにより、例えば750℃前、後の温度にヒータ部17を発熱させる。そして、該ヒータ部17は図3に示すように例えば4~6mm前、後の外径寸法Dを有し、内側から固体電解質層25等を加熱することにより、例えば600℃以上の温度まで空燃比検出素子16を昇温させて活性化させる。

【0029】22, 23はヒータ被覆層20の外周側に曲面印刷等の手段を用いて形成された絶縁層を示し、該絶縁層22, 23はアルミナ等のセラミック材料を厚膜印刷することにより形成され、絶縁層22は貫通孔20Aよりもヒータ被覆層20の前側に位置し、絶縁層23は絶縁層22から軸方向に所定寸法離間して貫通孔20Aよりもヒータ被覆層20の後側に配設されている。そして、該絶縁層22, 23はヒータ被覆層20の外周面と後述の内側電極26との間に環状の大気室24を画成し、該大気室24はヒータ部17の大気導入路21を介して大気に常時連通している。また、絶縁層22, 23は図3に示す如く、例えば8.28μm以上で、好まし

7

くは10 μ m程度の厚さT1を有し、大気室24内を常に基準となる酸素濃度に保持できるようになっている。

【0030】25は絶縁層22、23の外周側に曲面印刷等の手段を用いて形成された酸素イオン伝導性の固体電解質層を示し、該固体電解質層25は例えばジルコニア(ZrO_2)の粉体中に所定重量%のイットリア(Y_2O_3)の粉体を混合してペースト状物を調整した後、このペースト状物を絶縁層22、23の外周側に厚膜印刷することにより筒状に形成されている。そして、該固体電解質層25は例えば50~100 μ m程度の厚さT2を有し、この厚さ方向に酸素イオンを輸送させるようになっている。

【0031】26、27は固体電解質層25の内、外周面に形成された内側電極、外側電極を示し、該内側電極26および外側電極27は白金等からなる導電性ペーストを固体電解質層25の内、外周面に印刷することにより、例えば4mm前、後の長さ寸法をもって形成され、そのリード部26A、27Aは図6に示すようにヒータ部17の基端側に向けて伸長している。そして、該内側電極26および外側電極27のリード部26A、27Aは空燃比検出素子16の基端側で図1に示す各コンタクトプレート13に接続され、空燃比検出素子16からの検出信号を各リード線11を介して外部に出力させる。

【0032】28は固体電解質層25および外側電極27を径方向外側から覆うように絶縁層22、23の外周側に曲面印刷等の手段を用いて形成された保護層を示し、該保護層28は例えばアルミナ(Al_2O_3)の粉体中に所定重量%のジルコニアの粉体を混合してペースト状物を調整し、このペースト状物を絶縁層22、23等の外周側に厚膜印刷することにより、例えば60 μ m前、後の膜厚をもって筒状に形成されている。そして、該保護層28は固体電解質層25との間に外側電極27の周囲に位置して径方向の隙間S(例えば20~60 μ m前、後)を有するガス拡散ギャップ空間29を形成し、該ガス拡散ギャップ空間29の長さ寸法Lは2~6mm前、後となっている。また、保護層28には前記排気管内の排気ガスをガス拡散ギャップ空間29内に導入する各ガス透過孔28A、28Bが形成され、該各ガス透過孔28A、28Bは保護層28の周囲から外側電極27に向けて排気ガスをガス拡散させるようになっている。

【0033】次に、30はケーシング1の外側に設けられ、各リード線12等を介してヒータパターン19に接続されるヒータ用電源を示し、該ヒータ用電源30はヒータ部17のヒータパターン19に電圧を印加することにより、例えば750℃前、後の温度にヒータ部17を発熱させる。

【0034】31はケーシング1の外側に設けられた直流電源を示し、該直流電源31はバイアス電圧Vpを有し、そのプラス側は外側電極27にリード線11を介し

8

て接続されると共に、基準電源32のマイナス側に接続され、直流電源31のマイナス側はアースされている。また、基準電源32は基準電圧VEを有し、そのプラス側は抵抗値rの抵抗33を介して差動増幅器34の非反転入力端子に接続され、該差動増幅器34の反転入力端子にはリード線11等を介して内側電極26が接続されている。そして、差動増幅器34の出力側端子35と非反転入力端子、反転入力端子との間にはそれぞれ抵抗値Rの抵抗36A、36Bが並列接続され、これらの差動増幅器34および抵抗36A、36B等は空燃比の検出回路を構成している。

【0035】ここで、内側電極26と外側電極27との間には後述する化1および化2の反応式により、大気室24とガス拡散ギャップ空間29との間の酸素濃度差(酸素分圧差)に基づいて起電力が発生し、この起電力を一定とするように拡散限界電流Ipが流されるから、差動増幅器34の出力側端子35には、

【0036】

$$【数1】 V_s = V_p + V_E + (R + r) \times I_p$$

なる出力電圧Vsが空燃比A/Fに対応して図8に示すように発生し、このときに内側電極26と外側電極27の間には、

【0037】

$$【数2】 E = V_E + r \times I_p$$

なる電圧Eが印加されている。

【0038】本実施例による空燃比センサは上述の如き構成を有するもので、次に空燃比検出素子16の製造方法について図4ないし図7を参照して説明する。

【0039】まず、ヒータ部17を製造するときには図4に示すように、コア成型工程でアルミナ等のセラミック材料からヒータコア18を、例えば外形寸法3.8mm、長さ寸法5.7mm程度の円柱状ロッドとして射出成型し、このときに該ヒータコア18には基端側端面に開口し軸方向に延びる軸穴部18Aと径方向の貫通孔18Bとを一体形成する。この場合、軸穴部18Aはヒータコア18の熱容量を小さくするために1mm前、後の穴径をもって形成し、貫通孔18Bは0.5mm前、後の穴径をもって形成するのがよい。そして、射出成型手段を用いることにより、ヒータコア18に軸穴部18Aおよび貫通孔18Bを容易に一体形成することが可能となる。

【0040】次に、パターン印刷工程では、チャック等の支持軸をヒータコア18の両端側に軸穴部18A等を介して係合させ、ヒータコア18を回転させつつ、例えば白金またはタングステン等の発熱性導体材料からなるヒータパターン19をヒータコア18の外周面に曲面印刷する。そして、貫通孔18Bの前、後でヒータコア18の軸方向に延びるようにヒータパターン19をヒータコア18の外周面に均一の膜厚で形成し、ヒータパターン19の各リード部19Aをヒータコア18の基端側に向けて伸長するように一体形成する。

【0041】次に、ヒータ被覆層印刷工程では、ヒータパターン19を径方向外側から覆うようにして、例えばアルミナ等のセラミックグリーンシートをヒータコア18の外周側に積層化し、例えば0.2~0.5mm前、後の膜厚をもってヒータ被覆層20を形成する。この場合、ヒータコア18の貫通孔18Bに連通するヒータ被覆層20の貫通孔20A、20Aを形成するため、前記セラミックグリーンシートにドリルまたはポンチ等で穿孔を行った後に、例えばカーボン、ポリアミド、ポリエーテルスルホンおよびフェノール樹脂等からなる有機膜37、37を、前記穿孔部位（または貫通孔18B）に径方向から予め圧入嵌合しておく。

【0042】次に、図5に示す絶縁層形成工程では、まずヒータ被覆層20の先端側外周面に、例えばカーボン、ポリアミド、ポリエーテルスルホンおよびフェノール樹脂等からなる有機膜38を曲面印刷する。そして、有機膜38の前、後には絶縁層22、23をアルミナ等のセラミック材料を曲面印刷することにより形成し、該絶縁層22、23および有機膜38の膜厚を大気室24の厚さT1に対応させ、後述の焼成工程で該有機膜38を焼きとばして消散させることにより、絶縁層22、23間に大気室24を形成するようにする。

【0043】次に、図6に示す固体電解質層形成工程では、前、後の絶縁層22、23に亘って有機膜38の外周面に白金等からなる導電性ペーストを曲面印刷することにより内側電極26を形成し、そのリード部26Aをヒータ被覆層20の基端側まで伸長させるようにする。そして、該内側電極26の外側から絶縁層22、23の外周面に、例えばジルコニアとイットリアからなるペースト状物を塗布するように曲面印刷して酸素イオン伝導性の固体電解質層25を形成し、その後に該固体電解質層25の外周面に白金等からなる導電性ペーストを曲面印刷することにより外側電極27を形成する。この場合、該外側電極27のリード部27Aをヒータ被覆層20の基端側まで伸長するように形成し、該リード部27Aを内側電極26のリード部26Aに対し絶縁層23、ヒータ被覆層20の径方向で対向させるようにする。

【0044】次に、図7に示す保護層形成工程では、まず外側電極27を外側から覆うように固体電解質層25の外周面に前記有機膜38と同様の有機膜39を曲面印刷することにより形成し、その後に該有機膜39および絶縁層23の外周側に、例えばアルミナ等からなるペースト状物を曲面印刷することにより保護層28を形成する。この場合、有機膜39の先端側には周方向に所定間隔をもって離間し略コ字形状に突出する軸方向の突出部39A、39A、…を一体形成しておき、該各突出部39A間の切欠き部39Bを保護層28で埋めるようにする。そして、後述する焼成工程で有機膜39を焼きとばして消散させることにより、固体電解質層25と保護層28との間にガス拡散ギャップ空間29を形成すると共

に、各突出部39Aの部位で軸方向の各ガス透過孔28Aを形成するようにする。また、保護層28には径方向に各ガス透過孔28Bを形成し、該各ガス透過孔28A、28Bによってガス拡散ギャップ空間29内を保護層28の外部と連通させるようにする。

【0045】そして、次なる焼成工程で、前述の如く形成したヒータコア18、ヒータパターン19、ヒータ被覆層20、絶縁層22、23、固体電解質層25、内側電極26、外側電極27および保護層28等を、例えば1400~1500℃前、後高温下で2時間程度焼成することによってこれらを一体的に焼結させ、このときに前記有機膜37、38、39を焼きとばして消散させることにより、ヒータ被覆層20の貫通孔20A、大気室24およびガス拡散ギャップ空間29等を形成する。

【0046】かくして、前記各工程により空燃比検出素子16を製造した後、該空燃比検出素子16を空燃比センサのケーシング1内に図1に示す如く収納し、各リード部19A、26A、27Aをそれぞれ各コンタクトプレート13、14にばね性をもって当接させ、これらを電氣的に接続することによって当該空燃比センサを完成させる。

【0047】次に、当該空燃比センサによる空燃比A/Fの検出動作について説明する。まず、当該空燃比センサのケーシング1はホルダ2のおねじ部2Aを介して車両の排気管等に螺着され、空燃比検出素子16の先端側を排気管内へと突出させた状態で固定される。そして、エンジンの作動により排気管内を流れる排気ガスが空燃比検出素子16の周囲にプロテクタ15を介して導入されると、この排気ガスの一部がガス透過孔28A、28Bを介してガス拡散ギャップ空間29内に流入する。

【0048】そして、この状態でヒータ用電源30からヒータパターン19に給電を行ってヒータ部17により空燃比検出素子16全体を加熱すると共に、直流電源31および基準電源32から内側電極26と外側電極27との間に前記数2の式による電圧Eを印加し、内側電極26と外側電極27の間には後述する化1および化2の式により、大気室24とガス拡散ギャップ空間29との間の酸素濃度差に基づいた拡散限界電流I_pを内側電極26と外側電極27との間に生じさせる。

【0049】即ち、空燃比A/Fがリッチ傾向のときには、内側電極26側で、大気室24内の酸素に電子が付与されて酸素イオンが発生し、

【0050】

【化1】



但し、O₂ : 酸素分子

e : 電子

O²⁻ : 酸素イオン

なる電気化学的な接触分解反応が行われるようになる。

そして、このときに外側電極27側では、酸素イオンが

酸素と電子とに分解して、

【0051】

【化2】



なる電気化学的な接触分解反応が行われるようになる。

【0052】また、空燃比A/Fがリッチ傾向のときには、外側電極27側でガス拡散ギャップ空間29内の酸素に電子が付与されて前記化1の反応式による酸素イオンが発生し、内側電極26側では前記化2の反応式により酸素イオンが酸素と電子とに分解されるようになる。

【0053】そして、このときの酸素イオンは固体電解質層25中の酸素欠陥を介して内側電極26と外側電極27との間で輸送されることにより、該内側電極26と外側電極27との間には大気室24とガス拡散ギャップ空間29との間の酸素濃度差（酸素分圧差）に基づいた起電力が発生する。そこで、この起電力が一定となるように前記数2の式による電圧Eを差動増幅器34等で調整し、このときの拡散限界電流Ipに基づき差動増幅器34の出力側端子35から前記数1の式による出力電圧Vsを、図8に示すように空燃比A/Fに対応した検出信号として取出すようにしている。

【0054】ここで、排気ガスが空気過多のいわゆるリッチ状態となって、空燃比A/Fが14.7よりも大きくなる場合には、排気ガス中の酸素濃度が比較的高く、ガス拡散ギャップ空間29と大気室24との酸素濃度差が小さいから、拡散限界電流Ipがプラスの値となり、出力電圧Vsは図8に示すようにバイアス電圧Vpと基準電圧VEとを合計した電圧値（Vp+VE）よりも高い電圧値となる。また、排気ガスが燃料過多のいわゆるリッチ状態で、空燃比A/Fが14.7よりも小さくなる場合には、排気ガス中の酸素濃度が極めて低く、ガス拡散ギャップ空間29と大気室24との酸素濃度差が大きいから、拡散限界電流Ipがマイナスの値となって出力電圧Vsは電圧値（Vp+VE）よりも低い電圧値となる。

【0055】かくして、本実施例によれば、軸穴部18Aおよび貫通孔18Bを有した小径のロッド状をなすヒータコア18の外周面にヒータパターン19を形成し、該ヒータパターン19を外側から覆うように前記ヒータコア18の外周側に絶縁性のヒータ被覆層20を設けることによってヒータ部17を細長いロッド状に形成すると共に、該ヒータ部17の外周側に固体電解質層25および保護層28等を曲面印刷等の手段を用いて一体形成する構成としたから、全体が円形のロッド状をなす空燃比検出素子16を製造することができ、当該空燃比センサをエンジンの排気管等に実装したときに、取付時の方向によってガス拡散ギャップ空間29内に各ガス透過孔28A、28Bを介して導入されるガス量が大きく変化するのを防止でき、取付時の指向性をなくすことができる。

【0056】また、ヒータ部17を全周に亘って外側から固体電解質層25および保護層28等で覆うことにより、ヒータ部17が直接外気と接触するのを抑えて外気温による影響を効果的に低減することができ、ヒータ部17の伝熱面積を大きくとって該ヒータ部17からの熱を固体電解質層25等に早期に伝熱できると共に、ヒータコア18の軸穴部18A等によりヒータ部17全体の熱容量を小さくでき、該ヒータ部17の昇温時間を確実に短くできる。

【0057】さらに、ヒータ被覆層20の外周面と固体電解質層25の内周面との間に大気室24を形成することにより、該大気室24内にヒータ部17の大気導入路21を介して基準となる大気を導入でき、内側電極26と外側電極27との間に前記電圧Eを印加することによって、固体電解質層25の内、外周面間で前記化1および化2の反応式に基づき酸素イオンを輸送させる所望の電気化学反応を確実に生じさせることができる。

【0058】従って、本実施例によれば、空燃比検出素子16を短時間で活性化でき、エンジンの始動時に空燃比A/Fを早期に検出することが可能になると共に、当該空燃比センサの取付自由度を大きくすることができ、さらにヒータ部17の消費電力を確実に低減できる。また、空燃比検出素子16の製造時には、ヒータコア18の外周側に順次ヒータパターン19、絶縁層22、23、固体電解質層25および保護層28等を曲面印刷することにより形成でき、製造時の作業性を大幅に向上できる等、種々の効果を奏する。

【0059】次に、図9は本発明の第2の実施例を示し、本実施例の特徴は、外側電極の外側から固体電解質層の周囲にセラミック材料をプラズマ溶射することにより、保護層としてのガス拡散層を形成し、該ガス拡散層には多孔質状のガス透過孔を設ける構成としたことにある。なお、本実施例では前記第1の実施例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0060】図中、41は外側電極27の外側から固体電解質層25の周囲を圍繞した保護層としてのガス拡散層を示し、該ガス拡散層41は前記第1の実施例で述べた保護層28とほぼ同様に構成されているものの、該ガス拡散層41はアルミナと酸化マグネシウムからなるスピネル材（セラミック材料）を固体電解質層25および絶縁層23の外周側にプラズマ溶射することにより、例えば100μm前、後の厚さT3をもって形成されている。そして、該ガス拡散層41は多孔質構造をなし、該ガス拡散層41には内、外を連通させるガス透過孔（図示せず）が、例えば400オングストローム以上の平均細孔径をもって形成されている。

【0061】かくして、このように構成される本実施例でも、前記第1の実施例とほぼ同様の作用効果を得ることができるが、特に本実施例では、アルミナと酸化マグ

ネシウムからなるセラミック材料を固体電解質層25および絶縁層23の外周側にプラズマ溶射することによりガス拡散層41を形成したから、このときに多孔質状のガス透過孔を簡単に形成でき、ガス拡散層41の周囲から外側電極27に向けて排気ガスを確実にガス拡散させることができる。この場合には、ガス透過孔の平均細孔径を400オングストローム以上とすれば排気ガスによる圧力依存性を最小にできるが、この平均細孔径を大きくすると拡散限界電流 I_p が大きくなるため、ガス拡散層41の厚さ T_3 を厚くすることによってガス拡散距離をかせぐようにすればよい。

【0062】なお、前記各実施例では、ヒータコア18を射出成形により形成するものとして述べたが、これに替えて、ヒータコア18を押し出し成形等の手段を用いて形成するようにしてもよい。また、軸穴部18Aの穴径を1mm以上に大きくすれば、ヒータコア18の熱容量をさらに減少でき、ヒータパターン19に通電を行って空燃比検出素子16を所要温度まで発熱させるときの昇温時間を効果的に短くできる。

【0063】また、前記各実施例では、ヒータ被覆層印刷工程でセラミックグリーンシートを用いてヒータ被覆層20を形成するものとして述べたが、これに替えて、例えばアルミナ等のセラミック材料をヒータコア18の外周側に厚膜印刷し100 μ m前、後の膜厚を有するヒータ被覆層20を形成するようにしてもよい。この場合、ヒータコア18の貫通孔18Bに連通するヒータ被覆層20の貫通孔20A、20Aを形成するため、例えばカーボン、ポリアミド、ポリエーテルスルホンおよびフェノール樹脂等からなる有機膜37、37を、ヒータコア18の貫通孔18Bに径方向から予め圧入嵌合しておき、ヒータコア18を回転させつつ、ヒータコア18の外周側にアルミナ等のセラミック材料を2回程度曲面印刷してヒータ被覆層20を形成するのがよい。

【0064】

【発明の効果】以上詳述した通り本発明によれば、空燃比検出素子のヒータ部を細長いロッド状に形成し、該ヒータ部の外周側には酸素イオン伝導性の固体電解質層を内、外の電極と共に一体形成し、これらを一体的に保護層により覆う構成としたから、当該空燃比検出素子を円形のロッド状に形成でき、空燃比センサとして排気管等に取り付ける場合に、取付方向によって検出精度にバラツキが生じるのを効果的に防止でき、これによってエンジン等の空燃比を安定して検出できる。そして、ヒータ部の外周側に固体電解質層および保護層を一体形成することにより、ヒータによる昇温時間を確実に短くでき、エンジンの始動時でも早期に空燃比を検出できる。

【0065】また、基端側端面に開口し軸方向に伸長する軸穴部を有した小径のロッド状をなすヒータコアの外周面にヒータパターンを形成し、該ヒータパターンを外側から覆うヒータ被覆層の外周面と固体電解質層の内周

面との間に大気室を形成することにより、該大気室内に前記ヒータコアの軸穴部を介して大気を導入でき、内側電極と外側電極との間に外部から電圧を印加することによって、固体電解質層の内、外周面で酸素イオンを輸送させる所望の電気化学反応を確実に生じさせることができると共に、製造時の作業性を大幅に向上できる等、種々の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による空燃比検出素子が設けられた空燃比センサを示す縦断面図である。

【図2】空燃比検出素子を示す図1中の矢示II-II方向拡大断面図である。

【図3】検出回路を含む図2中の矢示III-III方向拡大断面図である。

【図4】ヒータ部の製造工程を示す斜視図である。

【図5】絶縁層形成工程を示す斜視図である。

【図6】固体電解質層形成工程を示す斜視図である。

【図7】保護層形成工程を示す要部拡大斜視図である。

【図8】空燃比と出力電圧との関係を示す特性線図である。

【図9】第2の実施例による空燃比検出素子を示す図3と同様の断面図である。

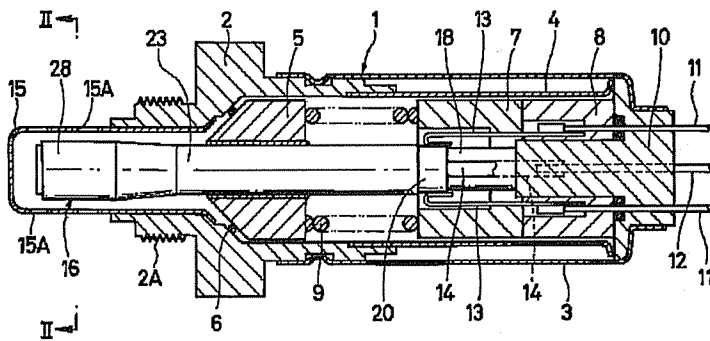
【図10】従来技術による空燃比センサを排気管に取付けた状態を示す縦断面図である。

【図11】異なる取付け状態を示す図10と同様の縦断面図である。

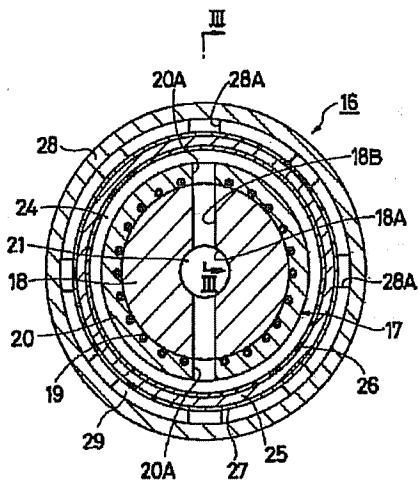
【符号の説明】

- 1 ケーシング
- 5 絶縁支持体
- 13, 14 コンタクトプレート
- 16 空燃比検出素子
- 17 ヒータ部
- 18 ヒータコア
- 18A 軸穴部
- 18B, 20A 貫通孔
- 19 ヒータパターン
- 19A, 26A, 27A リード部
- 20 ヒータ被覆層
- 21 大気導入路
- 22, 23 絶縁層
- 24 大気室
- 25 固体電解質層
- 26 内側電極
- 27 外側電極
- 28 保護層
- 28A, 28B ガス透過孔
- 29 ガス拡散ギャップ空間
- 31 直流電源
- 32 基準電源
- 41 ガス拡散層(保護層)

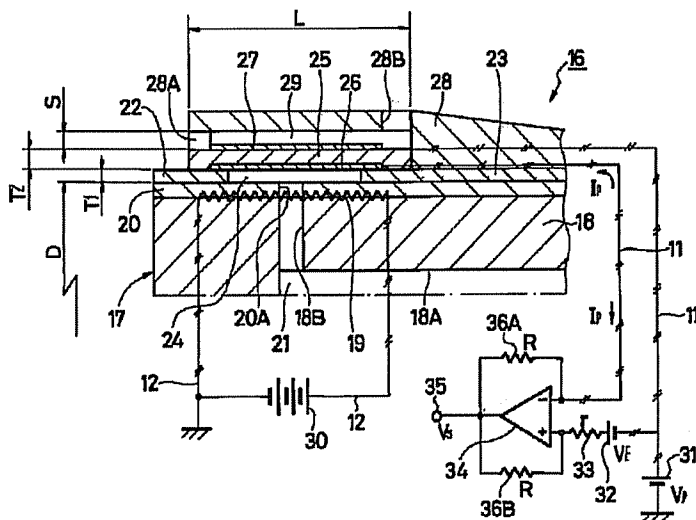
【図1】



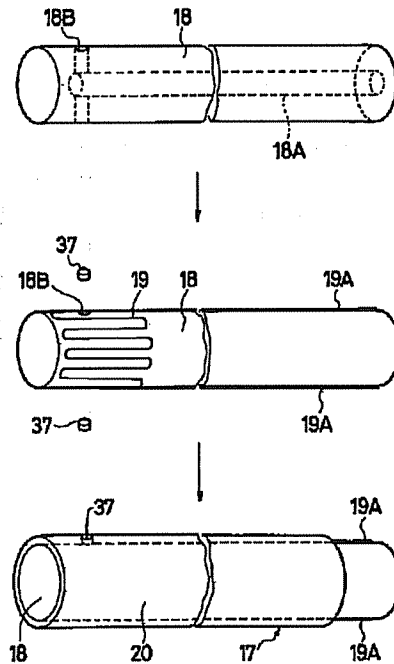
【図2】



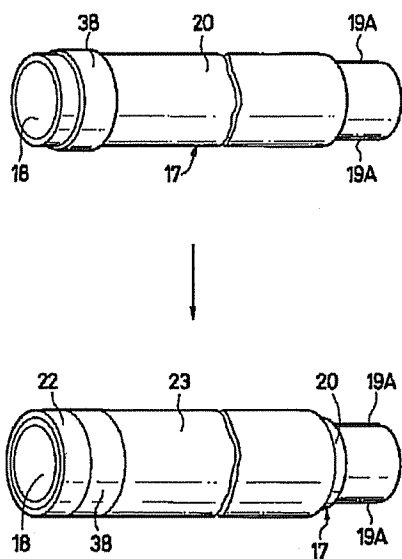
【図3】



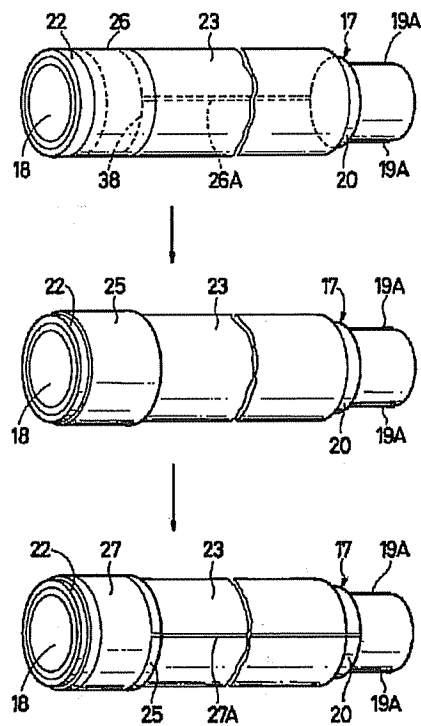
【図4】



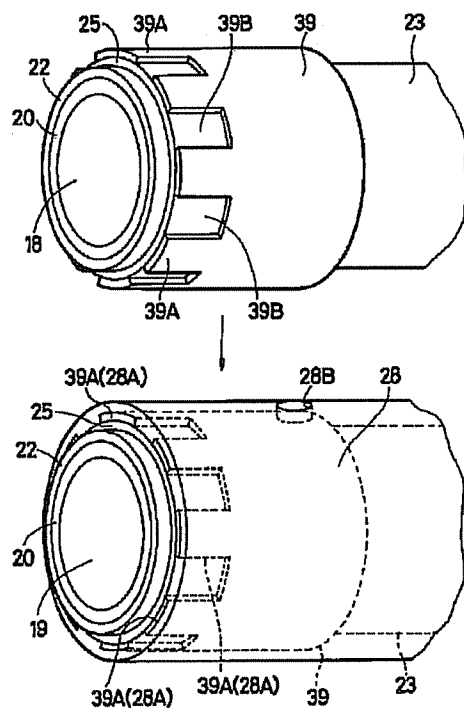
【図5】



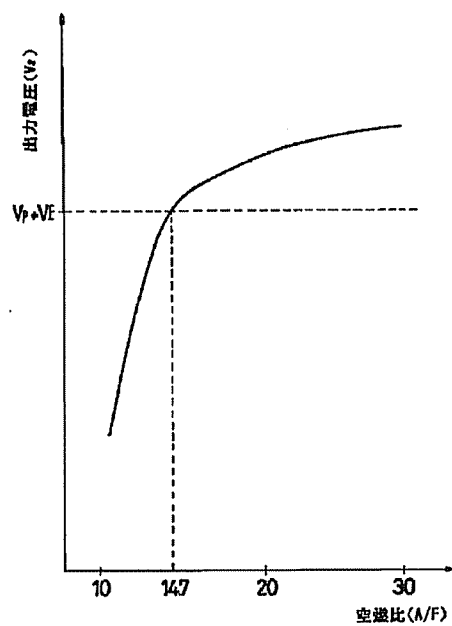
【図6】



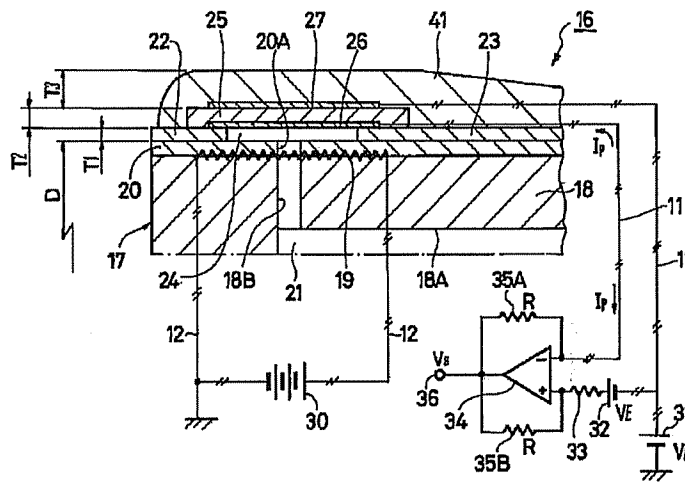
【図7】



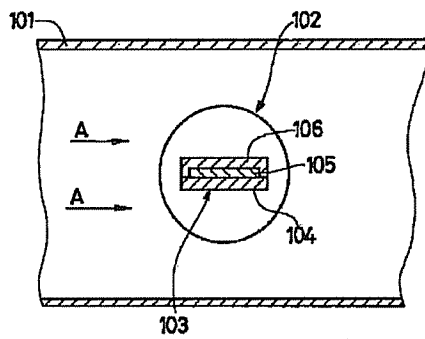
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

